

# DISPERSIÓN ENDOZOÓCORA DE LAS SEMILLAS DE ACEBO (*Ilex aquifolium* L.) POR EL GANADO VACUNO: IMPORTANCIA CUANTITATIVA Y ESPACIAL

S. ARRIETA Y F. SUÁREZ

Dpto. Interuniversitario de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Campus de Cantoblanco, E-28049 Madrid. E-mail: sagrario.arrieta@uam.es

## RESUMEN

Se analiza la dispersión de semillas de acebo por parte del ganado vacuno en Oncala (Soria), en una dehesa formada por bosquetes cerrados de acebo inmersos en pastizales de montaña. Los muestreos se sectorizaron en 4 microhábitats: interior del bosque, borde del mismo y pastizal a 10 m y 100 m de distancia del bosque. Se establecieron al azar 10 parcelas de 20 m<sup>2</sup> en cada microhábitat, registrándose el número de excrementos de ganado, así como la superficie ocupada por cada uno de ellos. Mediante la extracción de submuestras se estimó la lluvia de semillas por excremento.

El número de excrementos por superficie, y el área total ocupado por los mismos, no varió entre microhábitats. La densidad de semillas por excrementos fue muy superior en el interior del bosque a la encontrada en los prados a 10 y 100 m, recibiendo el borde una densidad de semillas intermedia. La pérdida estimada de semillas fue de al menos un 29,2%.

La disposición espacial de los excrementos muestra una distribución al azar. Las semillas dentro de los excrementos se encuentran agregadas significativamente. Se concluye que este vector dispersivo puede contribuir a la colonización en los

medios abiertos por aporte de semillas de acebo, siendo esta dispersión homogénea a la escala de los microhábitats considerados, pero muy agregada a pequeña escala.

**Palabras clave:** colonización, agregación espacial, España Central

## INTRODUCCIÓN

Las dehesas de acebo sorianas, situadas en su gran mayoría en las Sierras de Alba y San Miguel, son el producto de un manejo silvopastoral tradicional, en el que interviene el pastoreo de ganado vacuno y caballar, las cortas de leña, y los cultivos de cereal. En la actualidad solamente el ganado sigue constituyendo un recurso local importante, y la mayor parte de estas dehesas mantienen vacas y/o caballos durante todo el año. El ganado se refugia bajo las manchas de acebo, localmente conocidas como "cuadras", y consume las ramas de éste árbol, sobre todo en invierno, cuando la productividad del prado es muy baja.

El ramoneo del acebo por los herbívoros es muy habitual (Peterken y Lloyd, 1966). El efecto que esta presión ejerce sobre el acebo, ha sido estudiada en términos de inducción de espinescencia, y la producción de frutos (Obeso, 1997; 1998), pero se desconocen sus posibles beneficios en términos de movilización de semillas. La dispersión

endozoócora por herbívoros ha sido ampliamente estudiada, sobre todo en lo que respecta a comunidades de pastizales, con semillas de pequeño tamaño (Malo y Suárez, 1995a; Janzen, 1984), aunque también se conoce la importancia que puede tener para especies arbóreas y arbustivas (Miller, 1993; Malo y Suárez, 1996).

En este trabajo se estudia la dispersión de semillas de acebo por el ganado, en términos cuantitativos, y espaciales, intentando responder a las siguientes preguntas: i) cuántas semillas se movilizan, ii) a dónde llegan las semillas, y iii) qué distribución espacial de las semillas se genera con esta dispersión.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en junio de 1996 en la acebeda de Oncala (1450 m. s.n.m., 41° 57' N, 2° 20' W). El muestreo se sectorizó en cuatro microhábitats: interior de la acebeda (bosque cerrado), borde de la misma, y prado a 10 y 100 metros del bosque. En cada microhábitat se establecieron al azar 10 parcelas de 20 m<sup>2</sup> (4 x 5 m, excepto 10 x 2 en el borde). En ellas se registró el número de excrementos de vaca presentes (variable NCAG) y la superficie ocupada por cada una de ellas mediante su diámetro medio (AREACAG). De cada excremento se extrajo una muestra de un core de 4 cm de diámetro (12,56 cm<sup>2</sup>), contabilizándose el número de semillas de acebo presentes (SEMCORE), y de aquellos restos de semillas que sobrepasasen en tamaño la mitad de una semilla (RESTCORE). Este dato de abundancia de semillas por core fue extrapolado respecto a la superficie del excremento, originándose las variables SEMCAG y RESTCAG. En cada parcela se sumó la cantidad de

semillas detectadas por excremento, calculándose un valor de aporte total de semillas por parcela, finalmente referido a semillas por m<sup>2</sup>. También se calculó un índice de pérdida de semillas, del siguiente modo:

$$\%PERD = 100 \times \text{RESTCORE} / (\text{SEMCORE} + \text{RESTCORE}).$$

Se utilizó el test estadístico de Kruskal-Wallis para la comparación de variables entre microhábitats muestreados, y los tests de Nemenyi y de Dunn de comparaciones múltiples a posteriori de tipo no paramétrico (Zar, 1996). El nivel de significación establecido fue de  $\alpha = 0,05$ .

La agregación espacial de las semillas dispersadas se analizó mediante el cálculo del Índice de Morisita ( $I_8$ ). Este índice es independiente de la media y de la suma total de eventos ( $\Sigma x$ , semillas encontradas en este caso), por lo que es muy útil para comparar la agregación en zonas con diferentes densidades medias (Elliot, 1977). Adopta un valor unitario si la distribución espacial es al azar, y un valor de  $n$  (tamaño de la muestra) en la situación de máximo contagio. La agregación se puede considerar significativa si el valor de la expresión  $[I_8 (\Sigma x - 1) + n - \Sigma x]$  es superior al valor de  $\chi^2_{0,05, n-1}$  (Elliot, 1983).

## RESULTADOS

### Densidad de excrementos

El número de excrementos de vaca por parcela no resultó diferente entre los cuatro microhábitats (Kruskal Wallis,  $p=0,33$ ; tabla 1). Se encontraron diferencias en el tamaño medio del excremento ( $p=0,04$ ), pero la superficie total ocupada por los excrementos en las parcelas no mostró diferencias entre zonas ( $p=0,48$ ).

**Tabla 1. Número total de excrementos encontrados por microhábitat, y media y desviación estándar del número de excrementos por parcela, de la superficie en cm<sup>2</sup> de cada excremento, y la superficie total ocupada por los excrementos en cada parcela.**

| Zona                | Nº total de excrementos | Nº excrementos por parcela | Área de excremento | Área de excrementos por parcela |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Interior de acebeda | 29                      | 2,9 ± 2,2                  | 513,3 ± 337,8      | 1488,5 ± 961,5                  |
| Borde de acebeda    | 41                      | 4,1 ± 2,0                  | 393,2 ± 335,6      | 1611,9 ± 912,7                  |
| Prado a 10 m        | 27                      | 2,7 ± 1,6                  | 430,8 ± 298,0      | 1163,2 ± 1012,9                 |
| Prado a 100 m       | 31                      | 3,1 ± 1,3                  | 498,0 ± 243,1      | 1543,7 ± 658,2                  |
| Total               | 128                     | 3,2 ± 1,8                  | 453,7 ± 308,8      | 1451,8 ± 879,1                  |

### Densidad de semillas en los excrementos

Todas las variables que expresan densidad de semillas y restos dispersados resultan diferentes entre microhábitats (Kruskal-Wallis, tabla 2, figura 1), tanto si se toma como superficie de referencia el core, el excremento, o el m<sup>2</sup>, así como el porcentaje de excrementos por parcela con semillas en core. El interior del bosque recibe más semillas enteras que el pastizal a 10 y 100 m de distancia (SEMCAG, y % de excrementos con semilla, test de Dunn,  $p<0,05$ ), llegando al borde del rodal una cantidad intermedia de semillas por excremento. El porcentaje estimado de pérdidas de semillas alcanza una media de 29,2% por excremento (tabla 2), no existiendo diferencias entre microhábitats.

### Distribución espacial de los excrementos

El índice de Morisita en la variable NCAG no es significativo, con un valor muy próximo a la unidad ( $I_8 = 1,01$ ), lo cual sugiere una distribución al azar de los excrementos. Los índices de Morisita estimados para la variable SEMCORE indican un valor alto y significativo de agregación espacial en los cuatro microhábitats:  $I_8 = 3,21$  en acebeda, 6,38 en el borde, 17,78 en el prado a 10 m y 23,25 en el prado a 100m.

## DISCUSIÓN

El acebo ha sido considerado tradicionalmente como una especie típicamente dispersada por aves (Snow y Snow, 1988). No obstante, el ganado resulta ser un vector ca-

**Tabla 2. Media y desviación estándar de la densidad de semillas y restos por m<sup>2</sup>, y del porcentaje de excrementos con semillas en el core. En el porcentaje de pérdida de semillas se hace referencia al número (n) de excrementos en los cuales se ha podido calcular dicho índice. Probabilidad de Kruskal-Wallis (p) obtenido para las tres variables.**

|                                    | Interior de acebeda | Borde de acebeda | Prado 10m   | Prado 100m  | p     |
|------------------------------------|---------------------|------------------|-------------|-------------|-------|
| Semillas / m <sup>2</sup>          | 19,0 ± 34,8         | 14,6 ± 20,7      | 1,1 ± 3,1   | 1,8 ± 4,7   | <0,01 |
| % Excrementos con semillas en core | 64,2 ± 37,0         | 38,6 ± 38,3      | 13,9 ± 33,3 | 8,3 ± 18,0  | <0,01 |
| % Pérdida de semillas (n=20)       | 22,2 ± 31,6         | 36,6 ± 40,5      | 36,7 ± 35,4 | 25,0 ± 35,9 | 0,71  |
|                                    | (n=20)              | (n=16)           | (n=4)       | (n=2)       |       |

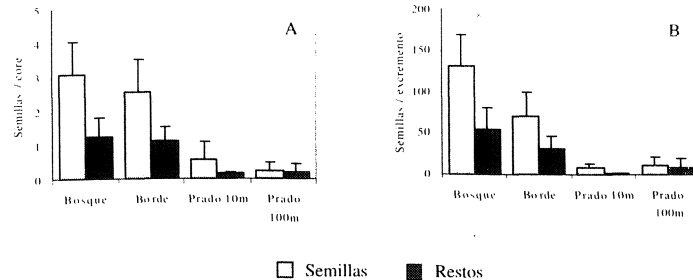


Figura 1. Media y error estándar de semillas y restos encontrados en A) los cores extraídos, y B) los excrementos, en los cuatro microhábitats de estudio.

paz de movilizar una importante cantidad de semillas, diversificando así las estrategias dispersivas de las que dispone la especie. Los excrementos de vaca aparecen en ocasiones con un elevado número de semillas en buen estado, con valores máximos de cerca de 2 semillas por cm<sup>2</sup> de superficie de excremento. Aunque las cifras medias son menores en los prados abiertos (con 1-2 semillas/m<sup>2</sup>), esta cantidad no debe despreciarse como medio de transporte de semillas de acebo a zonas abiertas, donde la presencia de la especie es muy reducida. Además, los valores obtenidos pueden considerarse como una estima conservadora, ya que no se contemplan las posibles pérdidas en el registro de excrementos por disgregación, pisoteo y fenómenos similares.

El mayor aporte de semillas de acebo por ganado en las zonas del bosque resulta difícil de interpretar. Los tiempos medios de tránsito de las semillas por el tracto digestivo de estos rumiantes son de dos a tres días (Gardener *et al.*, 1993), con posibilidad de prolongarse hasta 10 o 12 días. Pudiendo las vacas desplazarse diariamente por toda la dehesa, podría suponerse un aporte homogéneo de semillas de acebo en los distintos microhábitats. No obstante, las variaciones estacionales en el uso del espacio por parte del ganado, pueden provocar

las diferencias observadas entre microhábitats. Así, en invierno, coincidiendo con la fructificación del acebo, el ganado se refugia en la acebeda, buscando tanto resguardo como alimento. La coincidencia de estos dos factores (incremento del ramoneo, y fructificación del acebo) puede determinar este aporte diferencial de semillas a la acebeda. Del mismo modo, en los periodos de condiciones meteorológicas menos adversas, al avanzar la primavera, el ganado pasta más, y consume más tiempo en los prados, explicándose la preponderancia en esta zona de excrementos con poca densidad de semillas de acebo.

El ganado actúa como un dispersante que posibilita el esparcimiento de semillas de forma homogénea a gran escala, potencialmente a toda la dehesa, mientras que a pequeña escala, al nivel del excremento, las semillas están agrupadas. El proceso de aporte de varias semillas que caen juntas dentro de una masa de excremento genera de por sí una agregación espacial (Fenner, 1985), con un tamaño de "parche" identificable como el tamaño del excremento. La agrupación se ve incrementada dentro del propio vector, existiendo una alta frecuencia de excrementos con ausencia de semillas, y a la vez excrementos con más carga de semillas que las esperadas de promedio. Esta agregación "intra-vector" es explicable por

varios procesos: (i) Las semillas se encuentran en la planta madre agregadas de por sí en grupos de tres o cuatro por fruto; (ii) los frutos se suelen presentar agrupados dentro de las ramas, por lo que el ramoneo puede conducir al consumo de varios frutos conjuntamente, y (iii) el carácter dioico del acebo implica el contraste entre ramas sin ningún fruto, y ramas con muchos frutos, por lo que las clases frecuenciales de cero frutos consumidos, y por lo tanto cero semillas en excrementos, podrían esperarse mayores que en una situación similar para una especie monoica. Todos estos factores pueden contribuir de forma sinérgica a una situación de "muchas o ninguna", distribución espacial típicamente contagiosa que puede tener repercusiones importantes en las fases postdispersivas.

Un aspecto que teóricamente puede favorecer el proceso de colonización de las especies dispersadas endozoócoramente por las vacas en los pastos es el propio efecto de perturbación que genera el excremento, eliminando la cobertura herbácea (Malo y Suárez, 1995b). No obstante el acebo posee una dormancia de al menos un año (Arrieta, 1999), que en ocasiones se puede prolongar hasta un mínimo de tres años (Arrieta, datos inéditos). En este sentido las potenciales ventajas de reducción de la competencia se ven notablemente

disminuidas, siendo difícil de estimar la importancia que pueda tener este factor.

## CONCLUSIONES

El ramoneo del acebo por el ganado genera una dispersión endozoócora de semillas viables, pudiendo ser un método efectivo de movilización de semillas. Los excrementos se encuentran homogéneamente en todo el territorio, y las semillas están muy agregadas dentro de cada excremento, como suele ocurrir en los procesos de dispersión endozoócora por vertebrados. La intensidad del aporte de semillas se produce de forma diferencial entre los distintos microhábitats, siendo mayor en el bosque, y menor en los prados. Estas diferencias pueden ser debidas a variaciones estacionales en la utilización del espacio por parte del ganado. Esta dispersión puede facilitar la colonización del acebo en medios abiertos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por una beca F.P.I. de la Comunidad Autónoma de Madrid. Juan Malo contribuyó al diseño experimental, y Jorge Baonza ayudó en las tareas de campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRIETA ALGARRA, M. S., 1999. Germinación de *Ilex aquifolium* L. y sus implicaciones en la invasión de prados en una dehesa soriana. En: *Actas de la XXXIX Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 57-62. S.E.E.P. Almería (España).
- ELLIOT, J. M., 1977. *Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates*. Freshwater biological association. Scientific publications, nº25, 157 pp.
- FENNER, M., 1985. *Seed Ecology*. Chapman & Hall; 151pp. Londres (UK).
- GARDENER, C.J.; MC IVOR, J.G.; JANSEN, A., 1993. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology*, 30, 63-74.
- GREIG-SMITH, P., 1983. *Quantitative plant ecology*. Blackwell Scientific Publications, 359 pp. Oxford (UK).

- JANZEN, D. H., 1984. Dispersal of small seeds by big herbivores: foliage is the fruit. *American Naturalist*, **123**, 338-353.
- MALO, J. E., SUÁREZ, F., 1995a. Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. *Oecologia*, **104**, 246-255.
- MALO, J. E., SUÁREZ, F., 1995b. Cattle dung and the fate of *Biserrula pelecinus* in a Mediterranean pasture: seed dispersal, germination and recruitment. *Botanical Journal of the Linnaean Society*, **118**, 139-148.
- MALO, J. E., SUÁREZ, F., 1996. *Cistus ladanifer* recruitment - Not only fire, but also deer. *Acta Oecologica - International Journal of Ecology*, **17**, 55-60.
- MILLERS, M. F., 1993. Is it advantageous for *Acacia* seeds to be eaten by ungulates? *Oikos*, **66**, 364-368.
- OBESO, J. R. (1997). The induction of spiniscence in European holly leaves by browsing ungulates. *Plant Ecology*, **129**, 149-156.
- OBESO, J. R., 1998. Effects of defoliation and girdling on fruit production in *Ilex aquifolium*. *Functional Ecology*, **24**, 486-491.
- PETERKEN, G. F., LLOYD, S., 1967. Biological flora of the British Isles. *Ilex aquifolium* L. *Journal of Ecology*, **55**, 841-858.
- SNOW, B., SNOW, D., 1988 *Birds and Berries*. T & AD Poyser, 268 pp. Calton (UK).
- ZAR, J. H., 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, 715 pp. New Jersey (USA).

## ENDOZOOCHOROUS SEED DISPERSAL OF HOLLY (*Ilex aquifolium* L.) BY CATTLE: QUANTITATIVE AND SPATIAL IMPORTANCE

### SUMMARY

Seed dispersal of holly by cattle was analyzed in a "dehesa" system, with holly woodlots surrounded by mountain grasslands. Sampling procedure was stratified in four microhabitats: the inside of the holly woodland, the border of the woodland, and the open grassland at 10 and 100 m far away from the forest. Ten random quadrats (20 m<sup>2</sup>) were established in every microhabitat, and the number of cattle dung inside them and mean diameter of each dung were registered. A sample was extracted from each excrement, for the estimation of seed density per dung.

The mean number and mean total surface of excrements per quadrat was not different among microhabitats. Seed density in dung was the highest inside of the forest, significantly different from those found in the grasslands. Seed losses in dung was at least of 29,2%. Spatial distribution of excrements was random. Seeds inside dung were significantly clumped. Cattle seed dispersal can contribute to the open land colonization by holly, by an homogeneous seed distribution at the microhabitat scale, and a clumped distribution at the microscale level.

**Key Words:** colonization, spatial aggregation, Central Spain.